

**DE19518702**

**Patent number:** DE19518702  
**Publication date:** 1996-11-28  
**Inventor:** FRANETZKI MANFRED DR ING (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)

**Also published as:**

WO9637163 (A1)

**Classification:**  
**- international:** **A61C13/00**; A61C9/00; **A61C13/00**; A61C9/00; (IPC1-7); A61C5/04; A61B6/14; A61C13/12; A61C19/04; A61G15/14; G05B19/4097; G06F17/50; G06F19/00; G06F159/00  
**- european:** A61C13/00C1

**Application number:** DE19951018702 19950522

**Priority number(s):** DE19951018702 19950522

**Report a data error here**

**Abstract of DE19518702**

The proposal is for a process and device for the computer-assisted restoration of teeth. In a first stage of the process the geometry of the tooth to be restored is measured with the aid of a measuring device and electronically stored. In a second stage the tooth image is interpreted, in a third stage the restoring element is constructed using CAD and in a fourth stage the restoring element is ground from a block of suitable material with the aid of a numerically controlled grinder (CAM). According to the invention, the CAD/CAM operation, i.e. stages 2, 3 and part of 4, is transferred to a powerful central computer (13) having the appropriate tools. The computer operates automatically to the greatest possible extent; where necessary it is run by an experienced operator and is connected via a data line (12) to the 3D measuring device (2 and 15, 20) and the grinder (17).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

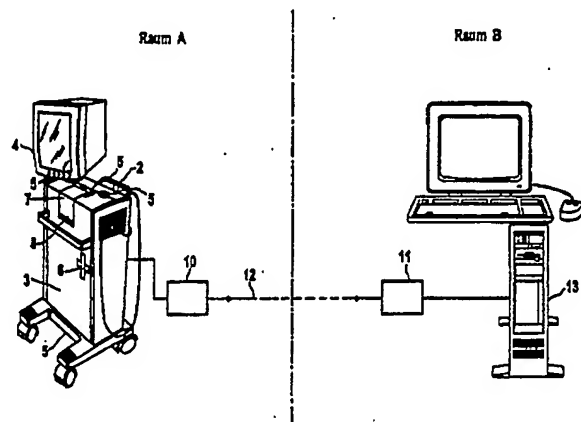
72 Erfinder:  
Franetzki, Manfred, Dr.-Ing., 84825 Bensheim, DE

56 Entgegenhaltungen:  
EP 00 54 785 A1  
Mörmann, W.H., Brandestini, M. und Lutz, F.: Das Cerec-System: Computergestützte Herstellung direkter Keramikrelays in einer Sitzung. In: Die Quintessenz 3/1987, S. 457-470M Ionannides, M., Schittenhelm, K.-M. und Tobos, V.: Digitalisieren, Modellieren und Bearbeitung mit Lasermesssystem. In: Zwf 88 (1993) S. 28-30;  
Der Computer, Mannheim, Wien, Zürich: Meyers Lexikon Verlag 1990, S. 130-133;  
Lexikon Informatik und Kommunikationstechnik, Düsseldorf, VDE-Verlag, 1990, S. 676;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Einrichtung zur rechnergestützten Restauration von Zähnen

57 Es wird ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur rechnergestützten Restauration von Zähnen vorgestellt. Bei dem Verfahren wird in einem ersten Schritt mit Hilfe einer Meßeinrichtung die Geometrie des zu restaurierenden Zahnes erfaßt und elektronisch gespeichert. In einem zweiten Schritt wird das Zahnbild interpretiert, in einem dritten Schritt das Restaurat mit Hilfe CAD konstruiert und in einem vierten Schritt das Restaurat mit Hilfe einer numerisch gesteuerten Schleifeinrichtung (CAM) aus einem Block aus geeignetem Zahnrestaurationsmaterial herausgefräst. Erfindungsgemäß wird die CAD/CAM-Tätigkeit, d. h. die Schritte 2, 3 und zum Teil 4 zu einem leistungsfähigen Zentralrechner (13) ausgelagert, der über die entsprechenden Tools verfügt. Der Rechner arbeitet weitestgehend automatisch, er wird, wo nötig, von einem erfahrenen Operator bedient und er ist per Datenleitung (12) mit dem 3-D-Meßgerät (2 und 15, 20) und der Schleifmaschine (17) verbunden.



Die Restauration von Zähnen erfolgt heute zunehmend mit Industriekeramik oder anderem schleif- oder fräsbaren Material, wobei der Restauration folgender Verfahrensablauf zugrundeliegt:

Zunächst wird mit Hilfe einer Meßeinrichtung (Abtastsystem mit optischem oder mechanischem Fühler oder 3D-Kamera) die Geometrie des zu restaurierenden Zahnes und seiner Umgebung (evtl. auch der Gegenzähne) aufgenommen und elektronisch gespeichert.

In einem zweiten Schritt wird das Bild interpretiert. Dabei müssen Bodenlinien, Kavitätenränder, Äquatorlinien, Höcker, usw. erkannt und eingezeichnet werden. Dies geschieht meist von Hand durch den erfahrenen Zahnarzt.

Im dritten Schritt wird das Restaurat (Inlay, Onlay, Krone, Veneer, usw.) konstruiert. Diese Aufgabe erfordert einen entsprechenden Rechner und professionelle CAD(Computer Aided Design)-Arbeit vom Bediener des Rechners, mit dreidimensionalem Vorstellungsvermögen und der Fähigkeit, am Bildschirm mit Computermitteln konstruieren zu können.

Die Qualität des Restaurats hängt wesentlich von diesen Fähigkeiten und vom Trainingszustand des Personals ab.

Im vierten Schritt wird das Ergebnis dieser Konstruktion in ein Programm für eine numerisch gesteuerte Schleif-/Fräsmaschine übersetzt.

Im fünften Schritt wird schließlich das Restaurat in einer NC-Maschine (CAM) aus einem Materialblock gefertigt.

Im letzten Schritt wird das Restaurat in den Kiefer des Patienten eingegliedert.

Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine technische Lösung zu finden, die es erlaubt, ohne besondere Fähigkeiten und Schulungen des zahnmedizinischen Personals in Computer Aided Design (CAD) ein solches Verfahren und ein danach arbeitendes Gerät dennoch in der zahnärztlichen Praxis einzusetzen und dabei auch die Investitionskosten für den Zahnarzt zu senken.

Die nachfolgend näher beschriebene Erfindung basiert im wesentlichen auf zwei Hauptgedanken:

I.

Die bedienerintensiven Schritte zwei und drei, d. h. die Interpretation der 3D-Aufnahme(n) und die Konstruktion des Restaurates (CAD-Tätigkeit) werden dem Zahnpraxispersonal abgenommen. Diese Prozesse werden in ein Zentrum verlagert, welches über eine entsprechende Ausstattung, nämlich einen leistungsfähigen Rechner, im folgenden Zentralrechner genannt, und einen erfahrenen Operator verfügt.

II.

Der leistungsfähige Rechner (Zentralrechner) kann mit aufwendigeren Programmen und Hilfsmitteln ausgestattet sein, etwa mit einer optimierten grafischen Bildverarbeitung, einer besseren Mustererkennung und Bildmanipulation mit Zahn- und Restauratbibliotheken, die eine weitgehend automatische Bildinterpretation und CAD-Tätigkeit des Rechners erlauben. Der Rechner kann z. B. nach dem Prinzip der neuronalen Netze konzipiert sein. Dieser Rechner ist über ein Datennetzmodul und Datenleitungen mit dem Gerät in der Zahnarztpraxis verbunden.

Eine Restauraterstellung kann demnach folgendermaßen ablaufen:

Der Zahnarzt fertigt nach Bedarf 3D-Aufnahmen vom

zu präparierenden Zahn, gegebenenfalls auch von den Nachbar- und Gegenzähnen oder von den Gegenzahnabdrücken an. Eventuell können zusätzlich Farbaufnahmen mit einer Videokamera erstellt werden. Dann wird der Zahn auf gewohnte Weise präpariert. Anschließend werden vom präparierten Zahn 3D- und eventuell Videobilder erstellt.

Die Bilder werden zunächst in einem vorhandenen 3D-Meßgerät beim Zahnarzt abgespeichert. Diese Tätigkeiten sind einfach und vom Praxispersonal schnell zu erlernen. Das 3D-Meßgerät besteht im wesentlichen aus einer Meßkamera mit der dazugehörigen Kameraelektronik, einem Netzteil und einem Bildschirm.

Die Bilder werden sodann über eine Datenleitung — im einfachsten Falle kann hierzu ein an einer Telefonleitung angeschlossenes Modem verwendet werden — an ein extern des Behandlungsraumes befindliches Rechenzentrum übertragen. Dort werden die Bilder interpretiert und das Restaurat wird mit Hilfe des Zentralrechners mit oder ohne Operatorführung konstruiert. Der Zentralrechner liefert anschließend die Restaurationsdaten über die gleiche Datenleitung in die Zahnarztpraxis zurück, und zwar in einer Form, die gewährleistet, daß die dort befindliche Schleifmaschine das Restaurat ausschleifen kann. Der Zahnarzt braucht danach das Restaurat nur noch beim Patienten einzusetzen. Das alles geschieht — wie bisher — zügig nacheinander in einer Sitzung des Patienten.

Die Schleifmaschine braucht sich nicht unbedingt im Behandlungsraum des Zahnarztes befinden; sie kann auch an anderer Stelle stehen, etwa in einem Dental-Labor oder in einem Dienstleistungszentrum, das sowohl die Rechnerleistung als auch die mechanische Fertigung der Restaurate anbietet. In diesem Falle wird allerdings wegen des notwendigen Transports des Restaurats in der Regel keine Behandlung in einer Sitzung möglich sein.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von drei Ausführungsbeispielen beschrieben.

Die Fig. 1 zeigt eine erste Ausführung, bei der in einem Raum A, der den Behandlungsraum eines Zahnarztes, in dem sich normalerweise der Arbeitsplatz für die Patientenbehandlung befindet, repräsentieren soll, ein Kompaktgerät 1 (CAD/CAM-Gerät) aufgestellt ist. Ein solches Kompaktgerät ist beispielsweise in der DE-40 30 176 beschrieben. Es enthält eine 3D-Kamera 2 mit der notwendigen Versorgungs- und Bilderzeugungselektronik; einen integrierten, hier nur symbolisch angeordneten Mikroprozessor 3 für die Bildbearbeitung, Konstruktion und Schleifmaschinensteuerung; einen Bildschirm 4, diverse Bedienelemente 5 (Rollkugel, Tasten, Eingabe-Fußschalter), ein Diskettenlaufwerk 6 zum Abspeichern der Original-3D-Bilder und der Restaurationen und eine in einer Schleifkammer 7 angeordnete Schleifmaschine 8. In einer Ausbaustufe kann die Maschine auch eine Videokamera mit entsprechender elektrischer Versorgung enthalten. Die Videobilder können mit Hilfe eines externen Druckers gespeichert und ausgedruckt werden. Die 3D-Videobilder können nur alternativ, nicht gleichzeitig auf dem Schirm dargestellt werden.

Bei der erfindungsgemäßen Modifikation werden die CAD/CAM-Funktionen des Kompaktgerätes 1 nicht benutzt; es werden vielmehr die Original-3D-Bilder, gegebenenfalls auch die Videobilder, über entsprechende Datennetz-Module 10, 11 und eine Datenleitung 12 an einen Zentralrechner 13 übertragen. Dieser Zentralrechner ist im Vergleich zu dem vorerwähnten, in dem

Kompaktgerät 1 befindlicher: Mikroprozessor 3 mit aufwendigeren Programmen und Hilfsmitteln ausgestattet und befindet sich außerhalb des Behandlungsraumes A, z. B. in einem Dentallabor oder in einem eigens dafür geschaffenen zentralen Rechenzentrum (Raum B). Dort wird die bereits angesprochene Bildinterpretation und Konstruktion durchgeführt. Das Ergebnis wird über die gleiche Datenleitung 12 und die beiden Datennetz-Module 11, 10 rückübertragen und im Speicher des Mikroprozessors 3 der Schleifmaschine im Raum A gespeichert. Danach erfolgt das Ausfräsen bzw. Schleifen des Restaurats mit den maschineneigenen Mitteln (Universalrechner und Schleifmaschine). Bei dieser Variante hat der Nutzer zwar keinen Investitionskostenvorteil bei der CAD/CAM-Maschine, er erspart sich jedoch das Lernen und Durchführen der Bildbearbeitung und der Konstruktion. Es ist also ein Gewinn an Zeit, damit Lohnkosten und Qualität.

Die Fig. 2 zeigt eine Variante, bei der im Raum A, also am zahnärztlichen Behandlungsplatz, ein PC 15 verwendet wird. Dieser PC ist ergänzt durch eine 3D-Kamera 16, die der Pos. 2 in Fig. 1 entspricht, und gegebenenfalls eine (nicht dargestellte) Videokamera, mit deren notwendiger Elektronik. Die Elektronik kann extern in eigenen Gehäusen und/oder als Einsteckkarte(n) im PC angeordnet sein.

Der PC 15 verfügt außerdem über die notwendigen Schnittstellenkarten, um ihn mit den hier extern dargestellten Datennetzen koppeln zu können, z. B. per Modem.

Die durch die Kameras erzeugten Bilder werden auf PC-eigenen Speichern zwischengespeichert und können vom Behandler am Bildschirm auf Eignung geprüft werden. Die brauchbaren Bilder können sodann wie in Variante 1 an den Zentralrechner 13 im Raum B übertragen, dort verarbeitet und das Ergebnis dann wieder rückübertragen werden, und zwar entweder in den oben genannten PC oder — bei entsprechender Ausrüstung — direkt in die Schleifmaschine 17 (die in diesem Fall ohne Monitor ausgeführt ist). Danach folgt die Fertigung des Restaurats usw.

Die Steuerung der Schleifmaschine kann dabei direkt durch den PC oder einen in der Schleifmaschine eingebauten Prozessor erfolgen; im letzten Falle wäre es eine CNC-Maschine.

Die Fig. 3 zeigt eine weitere Variante, die sich von der in Fig. 2 gezeigten im wesentlichen dadurch unterscheidet, daß an einer direkt am Dentalbehandlungsplatz befindlichen DV-Box 20 ein oder mehrere Kameras angeordnet sind. Die DV-Box 20 ist vorteilhafterweise als 3D-Meßgerät ausgebildet und enthält in der einfachsten Version die bereits angesprochene 3D-Meßkamera mit entsprechender Elektronik, einen Bildschirm und ein Netzteil. In verschiedenen Ausbaustufen können in/an dieser DV-Box entweder nur eine 3D-Kamera 21 mit entsprechender Elektronik, ein Bildschirm 22 und Bedienelemente 23 sowie ein (hier nur symbolisch angeedeuteter) integrierter Rechner 24 (PC) oder zusätzlich eine oder mehrere Videokameras 25 und/oder Röntgenkameras 26 angebracht sein. Der Rechner 24 ist mit der Schleifmaschine 17 über eine Datenübertragungsleitung 27 verbunden.

Die Vorteile der Varianten 2 und 3 im Vergleich zu denen von Variante 1 liegen darin, daß ein für andere Zwecke bereits vorhandener PC (mit allen Speicher- und Peripheriekomponenten) verwendet werden kann, was die Kosten des CAD/CAM-Systems vermindert und es erlaubt, die jeweils gesteigerte Leistung einer

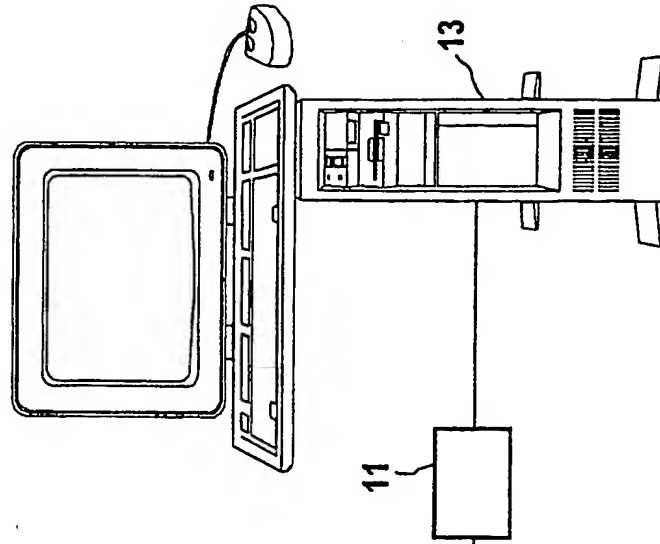
neuen PC-Generation zu nutzen.

## Patentansprüche

1. Verfahren und Einrichtung zur rechnergestützten Restauration von Zähnen, bei dem in einem ersten Schritt mit Hilfe einer Meßeinrichtung die Geometrie des zu restaurierenden Zahnes erfaßt und das so gewonnene Zahnbild elektronisch abgespeichert wird, bei dem in einem zweiten Schritt das Zahnbild interpretiert und in einem dritten Schritt das Restaurat mit Hilfe CAD konstruiert wird, und bei dem schließlich in einem vierten Schritt das Restaurat mit Hilfe einer numerisch gesteuerten Schleifeinrichtung aus einem Block aus geeignetem Zahnrestaurationsmaterial herausgefräst wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Bild-erfassung (Schritt 1) mit einem 3D-Meßgerät am Behandlungsplatz erfolgt, dagegen die CAD/CAM-Aufgaben (Schritte 2 und 3) auf einen nicht am zahnärztlichen Behandlungsplatz befindlichen Zentralrechner (13) ausgelagert werden, wobei der Zentralrechner dementsprechend zumindest teilweise über Programme und Tools verfügt, die zur Mustererkennung, der Bildverarbeitung, der CAD-Konstruktion und der Erzeugung von Steuerprogrammen für NC-gesteuerte Maschinen (17) geeignet sind und daß diese Schritte zumindest teilweise automatisch durch den Zentralrechner erfolgen.
2. Verfahren/Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das 3D-Meßgerät und die Schleifmaschine über Datenleitungen, z. B. per Modem und Telefonleitung, mit dem Zentralrechner (13) verbunden sind.
3. Verfahren/Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die CAD-Arbeiten am Zentralrechner (13) durch einen in der Methode erfahrenen Operator erfolgen.
4. Verfahren/Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schritte eins und vier in einem Kompakt-Gerät (1) gemeinsam durchgeführt werden.
5. Verfahren/Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das 3D-Meßgerät aus der 3D-Kamera, einem PC und einer oder mehrerer PC-Einsteckkarten mit der Hard- und Software zum Betreiben der 3D-Kamera besteht und daß die Schleifmaschine davon getrennt aufgestellt ist.
6. Verfahren/Einrichtung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das 3D-Meßgerät als tragbares Gerät ausgebildet ist.
7. Verfahren/Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das 3D-Meßgerät zusätzlich noch wenigstens eine Videokamera, eine Röntgenkamera oder Programme der Praxisverwaltung enthält.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

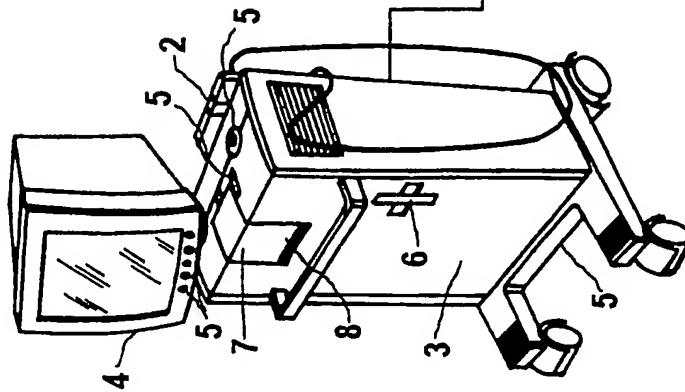
Raum B



11

13

Raum A



4

5

2

7

8

3

10

12

FIG 1

Raum A

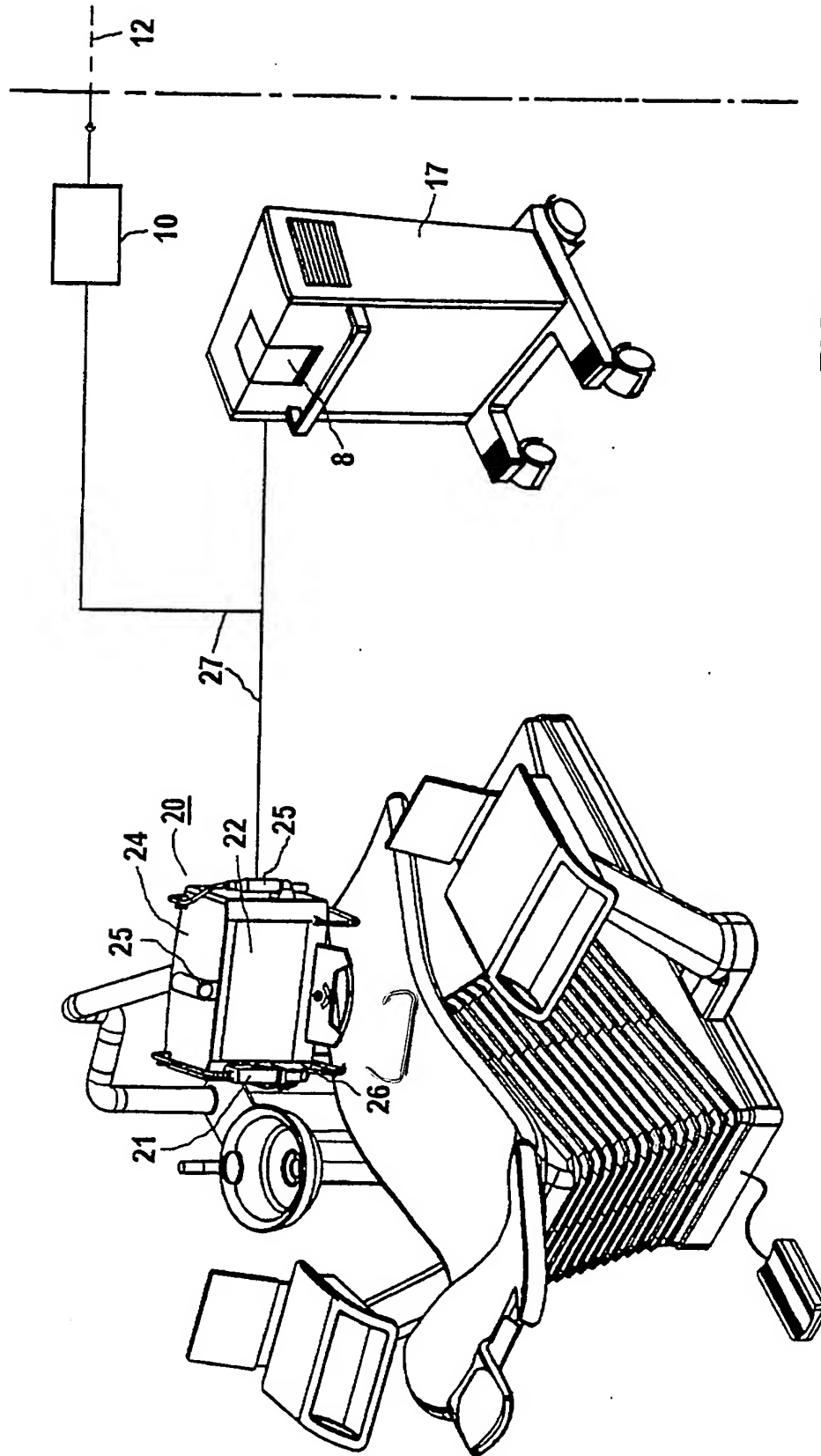


FIG 3

